

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU ⁽¹¹⁾ **178 676** ⁽¹³⁾ U1ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

[G01N 21/01 \(2006.01\)](#)[G01N 25/12 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: может прекратить свое действие (последнее изменение статуса: 27.07.2018)

(21)(22) Заявка: [2017128028](#), 04.08.2017(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.08.2017Дата регистрации:
17.04.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 04.08.2017

(45) Опубликовано: [17.04.2018](#) Бюл. № 11(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 150382 U1, 20.02.2015. RU 149156
U1, 20.12.2014. RU 131180 U1, 10.08.2013. CN
1591016 A, 09.03.2005. JP 3182252 U,
14.03.2013.

Адрес для переписки:

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19,
УрФУ, Центр интеллектуальной
собственности

(72) Автор(ы):

Вьюхин Владимир Викторович (RU),
Поводатор Аркадий Моисеевич (RU),
Цепелев Владимир Степанович (RU),
Конашков Виктор Васильевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина" (RU)(54) Устройство для изучения физических свойств каплеобразных образцов металлических
расплавов

(57) Реферат:

Полезная модель относится к определению параметров металлических расплавов путем фотометрии силуэта лежащей на подложке эллипсовидной капли образца расплава и может быть использована в лабораторных исследованиях, на металлургических предприятиях, в вузах. Устройство для изучения физических свойств каплеобразных образцов металлических расплавов, выполненное с возможностью фотометрии и сигнализации, содержит электропечь горизонтального типа, заполненную инертным газом, с зоной нагрева исследуемых образцов, шток для перемещения этих образцов в зону нагрева, смотровое окно. Кроме того, в него введены сигнализатор, датчик задымления, канал связи, при этом сигнализатор размещен преимущественно снаружи вышеуказанной электропечи, датчик задымления размещен в этой электропечи вне вышеуказанной зоны нагрева, выход датчика задымления выполнен с возможностью сигнализации, например посредством соединения с входом канала связи, выход которого соединен с входом сигнализатора. Полезная модель обеспечивает возможность увеличения объективности оценки оптических и физико-химических характеристик задымления при изучении образца,

т.к. позволяет выбрать начало процедуры уменьшения задымления внутри электропечи до заданного уровня, в том числе нулевого. 10 з.п. ф-лы, 2 ил.



[Увеличенное изображение \(открывается в отдельном окне\)](#)

Полезная модель относится к технической физике, а именно к устройствам для фотометрии физических параметров веществ, и предназначена для бесконтактного определения методом геометрии профиля «большой лежащей капли», преимущественно плотности и/или поверхностного натяжения образцов металлических расплавов, путем измерения параметров силуэта лежащей в заполненной инертным газом горизонтальной электропечи на подложке эллипсовидной капли расплава образца посредством ее фотометрии. Предлагаемая полезная модель может быть использована в лабораторных исследованиях, на металлургических предприятиях, в вузах.

Измерение физических параметров образцов металлических расплавов, например на основе Fe, Co, Ni в объеме долей или единиц см^3 , позволяет проводить анализ материалов и давать рекомендации для получения сплавов с заданными характеристиками. При этом применяют, в частности, устройства для изучения физических свойств каплеобразных образцов металлических расплавов известной массы, которые помещают на подложке в высокотемпературной зоне нагрева электропечи горизонтального типа, преимущественно заполненной инертным газом. В этом случае сквозь смотровое окно получают посредством расположенного вне электропечи фотоприемника, изображение силуэта эллипсовидной капли. Измеряют его геометрические параметры, связанные с физическими параметрами изучаемого образца и его температурой, вводят их в известные формулы и определяют объем, плотность и/или поверхностное натяжение капли - см. пат. РФ №2459194 - аналог. Изображение силуэта образца, полученное в фотоприемнике, отображают на дисплее компьютера.

Известно устройство бесконтактного измерения вязкости высокотемпературных металлических расплавов, в котором уменьшение влияния задымления внутри вертикальной электропечи осуществляют увеличением яркости источника света, освещающего отражающее зеркало, подвешенное внутри электропечи на упругой вращающейся нити, а также применением синхронного детектора в фотоприемном устройстве - см. пат. РФ №2349898.

Известна установка для определения плотности и вязкости жидких металлов, которая использует электромагнитное устройство со шторками для предохранения смотровых окон от запыления и нагрева - см. В.И. Ниженко, Н.Ф. Данько «Установка для определения свободной поверхностной энергии, плотности и вязкости жидких металлов», в кн. «Методы исследования и свойства границ раздела контактирующих фаз». Киев, Наукова думка, 1977, с. 46, 47 - аналог.

Прототипом предлагаемой полезной модели является устройство для изучения физических свойств каплеобразных образцов металлических расплавов, содержащее электропечь горизонтального типа, заполненную инертным газом, с зоной нагрева исследуемых образцов, вакуумный насос, шток для перемещения исследуемых образцов в зону нагрева, расположенный вне электропечи фотоприемник, смотровое окно - см. пат. РФ №2554287.

Недостатком вышеуказанных устройств является субъективность оценки изображения капли и, следовательно, физических свойств каплеобразных образцов металлических расплавов из-за возможного задымления внутри электропечи, преимущественно заполненной инертным газом. Задымление, в том числе в области смотрового окна, влияет на динамику эксперимента, уменьшает достоверность и помехозащищенность измерений. Задымление различной интенсивности непредсказуемо и практически неизбежно. При этом в электропечи образуются непрозрачные взвеси, аэрозоли, пары, вследствие испарения абсорбированных газов, термоугара компонентов расплава и их испарения и проч. Молибденовый нагреватель электропечи и защитные экраны также окисляются с образованием окисла MoO_3 , который интенсивно испаряется при температурах выше 900°C . Они частично оседают на смотровом стекле - см. вышеуказанный аналог В.И. Ниженко, Н.Ф. Данько ..., но в основном обуславливают ухудшение определения силуэта изучаемого каплевидного образца за счет распространения по всему внутреннему объему электропечи и затенения изображения. Поэтому приходится, в соответствии с субъективным опытом и квалификацией исследователя, произвольно и с опозданием неоднократно прерывать эксперимент, чтобы устранить задымление внутри электропечи. Это осуществляют, в соответствии с уровнем квалификации исследователя, посредством периодического включения вакуумного насоса на 1-2 минуты и последующей дополнительной подкачки инертного газа. Иногда длительность эксперимента всего около 10 минут, за это время удается получить всего несколько термозависимых фотоизображений капли. В конечном итоге качество изображений уменьшается, вследствие чего объем полезной информации также уменьшается и может появиться недостоверная и необъективная трактовка результатов.

Полезная модель направлена на решение технической проблемы уменьшения субъективности оценки влияния задымления при его появлении внутри электропечи, преимущественно заполненной инертным газом, на эксперимент.

Технический результат, достигаемый при реализации заявляемой полезной модели устройства, заключается в объективизации оценки оптических и физико-химических характеристик задымления при изучении образца путем оптимизации начала процедур устранения задымления и автоматизации этого процесса.

При осуществлении заявляемой полезной модели устройства решается проблема отсутствия устройств данного назначения и соответственно достигается технический результат, который заключается в реализации назначения устройства.

Указанная проблема решается с помощью заявляемой полезной модели устройства для изучения физических свойств каплеобразных образцов металлических расплавов.

Заявляется полезная модель устройства для изучения физических свойств каплеобразных образцов металлических расплавов, которое содержит электропечь горизонтального типа, заполненную инертным газом, с зоной нагрева исследуемых образцов, вакуумный насос, шток для перемещения этих образцов в зону нагрева, расположенный вне электропечи фотоприемник, смотровое окно.

От прототипа заявляемая полезная модель устройства отличается тем, что в него введены сигнализатор, по меньшей мере один датчик задымления, канал связи, при этом сигнализатор размещен преимущественно снаружи вышеуказанной электропечи, датчик задымления размещен в этой электропечи вне вышеуказанной зоны нагрева, выход датчика задымления соединен со входом канала связи, выход которого соединен с входом сигнализатора.

Канал связи может быть выполнен в виде радиоканала или проводным.

Датчик задымления содержит, по меньшей мере, один фотосенсор или химический сенсор. При этом он предпочтительно работает в инфракрасном оптическом диапазоне и имеет автономный источник питания.

Сигнализатор, датчик задымления и канал связи могут быть выполнены в виде одного блока, например, функциональной интегральной схемы.

Предложенное техническое решение при появлении задымления внутри электропечи обеспечивает возможность увеличения объективности оценки оптических и физико-химических характеристик задымления при изучении образцов, поскольку позволяет выбрать начало процедуры уменьшения задымления внутри электропечи до заданного уровня, в частности нулевого. Это позволяет сохранить

качество изображения капельного образца, уменьшить требования к уровню квалификации персонала, расширяет функциональные возможности устройства, обеспечивает возможность продления исследования и получения дополнительных результатов, например сравнительных данных о начале задымления и динамике устранения его влияния для различных образцов. Таким образом, возрастает помехозащищенность фотометрии капли, а в конечном итоге достоверность и точность определения оптических и физико-химических характеристик задымления при изучении образцов металлических расплавов.

Предлагаемая полезная модель поясняется чертежами:

Фиг. 1. Блок-схема устройства для изучения физических свойств образцов.

Фиг. 2. Осциллограммы в основных блоках устройства.

Предлагаемая полезная модель содержит, см. фиг. 1, датчик задымления 1, сигнализатор 2, фотоприемник 3, соосный с электропечью 4 с зоной нагрева 5, создаваемой цилиндрическим электронагревателем (на схеме не показан), размещенный в зоне нагрева 5 электропечи 4 образец фиксированной массы 6, который расположен на срезе цилиндрической подложки 7, закрепленной на одном из концов регулируемого штока 8, вакуумный насос 9, смотровое окно 10, компьютер 11, на дисплей 12 которого выводят изображение образца фиксированной массы 6 на подложке 7, канал связи 13, включенный между датчиком задымления 1 и сигнализатором 2.

Датчик задымления 1 выполнен преимущественно в виде точечного дымового извещателя на основе интегрального фотосенсора - оптрона или дискретной пары фототранзистор/светодиод - см. «Википедия», статья «Пожарный извещатель», в виде активного пожарного датчика, например, производства компании «АСК Эгида» (г. Санкт-Петербург), который производит сигнал и в то же время реагирует на изменение задымленности. Он может быть выполнен с автономным источником питания, например, в виде элементов АА. При уменьшении задымленности он отключает выходной сигнал. Кроме того, датчиков задымления 1 может быть несколько, при этом их выходы включены параллельно. Датчик задымления 1 может быть выполнен как датчик дыма, например, серого или черного, синхронно реагирующий на некоторые газы - см. «MQ2 Gas sensor», <http://www.hwsensor.com>. Он расположен вне зоны нагрева 5, внутри электропечи 4 мощностью 20 кВт, выполненной в виде оригинальной цилиндрической конструкции с водяным охлаждением. Фотоприемник 3 выполнен в виде телекамеры, например, 3372P Sanyo, или цифрового фотоаппарата с разрешением более 1 Мпиксел и соединен с компьютером 11 посредством USB-кабеля. Цилиндрический электронагреватель (на схеме не показан) выполнен из тугоплавкого немагнитного металла, например Мо. Он обеспечивает изотермическую зону нагрева 5. Каждая подложка 7 выполнена в виде цилиндрического тела из высокотемпературной керамики, например бериллиевой. Регулируемый шток 8 выполнен из молибдена. Вакуумный насос 9 состоит из комбинации форвакуумного насоса ВН-1М и вакуумного агрегата ВА-05-4. Круглое смотровое стекло 10 сделано из кварца. Сигнализатор 2 может быть размещен, в частности, на краю смотрового стекла 10, но с условием неперекрывания изображения капельного образца. Сигнализатор 2, выполненный, например, в виде коммутатора на основе транзисторных ключей или реле, подключен к одному из портов компьютера 11. Он дополнительно содержит типовую схему пороговой сигнализации, например звуковой, в виде автоколебательного мультивибратора частотой 1 кГц на транзисторах КТ315 с нагрузкой в виде динамической маломощной - 0,1 Вт головки, и визуальной на основе светодиода АЛ307. Сигнализатор 2 может быть виртуальным в виде одного из компьютерных гаджетов. Канал связи 13 включен между выходом датчика задымления 1 и входом сигнализатора 2. Он может быть проводным или беспроводным, например в виде WiFi-канала. Кроме того, сигнализатор 2, датчик задымления 1 и канал связи 13 могут быть выполнены в виде одного микроконтроллерного блока или функциональной интегральной схемы. Регулировку порога срабатывания 14 сигнализатора 2 задают перед исследованием автоматически либо вручную от отдельного блока (на схеме не показано), соединенного своим выходом с одним из входов сигнализатора 2, или от компьютера 11, на основе предварительного анализа накопленных данных о задымлении предыдущих экспериментов. Величина порога срабатывания 14 сигнализатора 2 обеспечивает определение геометрических параметров силуэта измеряемого капельного образца 6 и подложки 7 с заданной стандартной типовой погрешностью, характерной для начала исследования, например 5%. Вакуумный насос 9 обеспечивает откачивание газов 15 вплоть до давления $P \leq 10^{-2}$ мм Hg внутри электропечи 4, с контролем значений вакуума системой «Мерадат» (на схеме не

показаны). Инертный газ 16, преимущественно гелий, подают под давлением из баллона при манометрическом контроле (на схеме не показано).

Определение поверхностного натяжения и/или плотности металлических расплавов осуществляют посредством предлагаемой полезной модели следующим образом. Подготавливают изучаемый образец 6, определяют его массу, после чего помещают его на подложку 7, ее размещают на одном из концов штока 8 в центре зоны нагрева 5 электропечи 4. Датчик задымления 1 помещают внутри электропечи 4 в области температуры $\leq +70^{\circ}\text{C}$, например около системы водяного охлаждения (на схеме не показано), преимущественно вне зоны наблюдения фотоприемника 3, соединяют этот датчик посредством канала связи 13, например проводного, с входом сигнализатора 2, который размещают, например, около компьютера 11. Задают требуемый уровень электрического сигнала порога срабатывания 14 сигнализатора 2, адекватный заданному значению возможного задымления в ходе исследований внутри электропечи 4, включают электропитание датчика задымления 1, после электропечь 4 закрывают. Включают вакуумный насос 9 и электропечь 4, осуществляют начальную стадию эксперимента, при которой регулируют горизонтальность подложки 7, после чего начинают основную стадию эксперимента и наблюдают все его этапы на дисплее 12. На выходе датчика задымления 1 первоначально появляется сигнал 17, имеющий величину меньше порога срабатывания 14 сигнализатора 2. При задымлении в электропечи 4 на выходе датчика задымления 1 и входе сигнализатора 2 появляется нарастающий сигнал 17, вплоть до эквивалентного порогу срабатывания 14 сигнализатора 2. Выходной сигнал 18 сигнализатора 2 становится больше нуля. Он поступает в компьютер 11, который вырабатывает сигнал 19 остановки изменения нагрева электропечи 4 и сигнал 20 включения вакуумного насоса 9, после чего уменьшается уровень задымления внутри электропечи 4. После того как сигнал 17 с выхода датчика задымления 1 уменьшается до уровня ниже сигнала порога срабатывания 14 сигнализатора 2, сигнал 20 включения вакуумного насоса 9 становится нулевым, а компьютер 11 вырабатывает сигнал 21 запуска системы подкачки инертного газа 16. При достижении величины давления 22 первоначального уровня сигнал 21 запуска системы подкачки инертного газа 16 становится равным нулю и отключает систему подкачки инертного газа 16. Уровень задымления может меняться для разных температур и/или материала образцов 6, что будет отражено в изменении момента начала 23 процедуры снижения уровня задымления. После завершения процедуры снижения уровня задымления продолжают эксперимент.

Формула полезной модели

1. Устройство для изучения физических свойств каплеобразных образцов металлических расплавов, выполненное с возможностью фотометрии и сигнализации, содержащее электропечь горизонтального типа, заполненную инертным газом, с зоной нагрева исследуемых образцов, шток для перемещения этих образцов в зону нагрева, смотровое окно, отличающееся тем, что в него введены сигнализатор, по меньшей мере один датчик задымления, канал связи, при этом сигнализатор размещен преимущественно снаружи вышеуказанной электропечи, датчик задымления размещен в этой электропечи вне вышеуказанной зоны нагрева, выход датчика задымления выполнен с возможностью сигнализации, например посредством соединения с входом канала связи, выход которого соединен с входом сигнализатора.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что сигнализатор обладает функцией регулировки порога.

3. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что датчик задымления содержит по меньшей мере один фотосенсор.

4. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что датчик задымления содержит по меньшей мере один химический сенсор.

5. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что датчик задымления размещен вне зоны фотометрии.

6. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что датчик задымления работает преимущественно в инфракрасном оптическом диапазоне.

7. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что датчик задымления имеет автономный источник питания.

8. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что канал связи выполнен в виде радиоканала.

9. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что канал связи выполнен проводным.

10. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что сигнализатор расположен на краю смотрового окна.

11. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что сигнализатор обладает функциями аудио- и видеосигналов.



[Увеличенное изображение \(открывается в отдельном окне\)](#)



[Увеличенное изображение \(открывается в отдельном окне\)](#)